

# Seconda legge della Dinamica

Lorenzo Mauro Sabatino

16 gennaio 2025

## Sommario

L'obiettivo che ci prefiggiamo in questa esperienza è determinare la relazione tra la forza impressa ad una massa e la relativa accelerazione subita dal corpo, cioè la verifica della seconda legge della dinamica

## 1 Introduzione

Il secondo principio della dinamica afferma che una forza ( $F$ ) agente su un corpo, o la somma di tutte le forze, imprime su di esso un'accelerazione ( $a$ ) nella stessa direzione e nello stesso verso della forza applicata. Si esprime mediante la formula:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

Si considererà un semplice sistema per cercare una relazione tra forza risultante, massa e accelerazione. Il sistema consiste in un carrello attaccato tramite un filo a una massa in caduta. La massa in caduta applica la forza di gravità al filo che viene poi trasmessa attraverso la tensione del filo al carrello. In questa esperienza si indagherà di come questa forza e la massa del sistema siano correlate all'accelerazione del sistema.

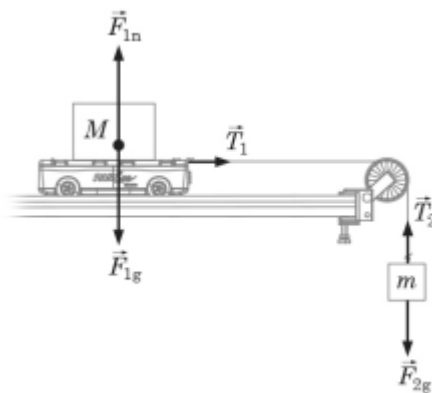


Figura 1: Setup sperimentale

La dinamica del sistema è descritta dalle formule (verificare!):

$$\vec{F}_{tot} = M_{tot} \cdot \vec{a} = (m_c + m_p) \cdot \vec{a} \quad (2)$$

$$\vec{F}_{tot,x} = \vec{P}_p = m_p \cdot \vec{g} \quad (3)$$

$$\Rightarrow m_p \cdot \vec{g} = (m_c + m_p) \cdot \vec{a} \quad (4)$$

con  $m_c$  massa del carrello e  $m_p$  massa del porta pesi.

## 2 Metodo

### 2.1 Massa totale costante, forza variabile

- Pesare il carrello e il porta pesi;
- Posizionare sul carrello diversi pesetti (da pesare) che verranno progressivamente aggiunti al porta pesi;
- Posizionare il carrello (di massa  $m_c$ ) sulla pista collegarvi un filo che viene fatto scorrere attorno alla carrucola e ad esso vengono in seguito applicati dei pesetti (di massa totale  $m_p$ ) che cadono in caduta libera;
- A questo punto spostare la prima massa dal carrello al porta pesi (in modo da mantenere la massa totale del sistema costante) e lasciare andare il carrello. Il moto del sistema sarà descritto dall'equazione (2);
- Cronometrare il tempo che il carrello impiega a percorrere un certo tratto di pista  $\Delta x$  a partire dall'inizio della pista. Si può anche fare un video al carrello;
- Ciò consente di conoscere l'accelerazione  $\vec{a}$  del sistema. Infatti, sapendo che il moto è accelerato, vale la relazione:

$$\Delta \vec{a} = \frac{2\Delta \vec{x}}{\Delta t^2} \quad (5)$$

- Dopo aver registrato i dati ripetere la misura spostando progressivamente ciascun pesetto dal carrello al porta pesi (segnando quanto aumenta la massa  $m_p$ ).

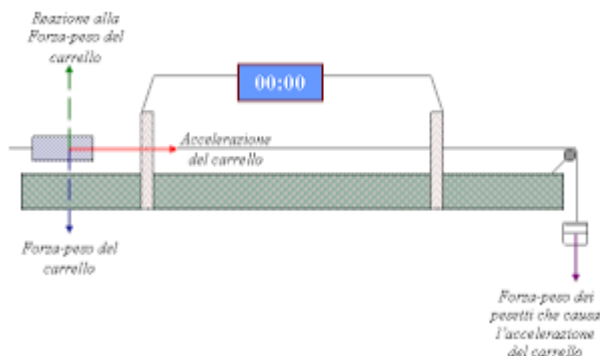


Figura 2: Setup sperimentale con cronometro

## 2.2 Forza costante, massa variabile

- Ripetere l'esperienza ma questa volta posizionando il carrello ad inizio rotaia, agganciato tramite un filo ed una carrucola posta a fine rotaia, al porta pesi con numero di pesi costante per tutto l'esperimento;
- Variare la massa del carrello aggiungendo ad ogni prova una massa aggiuntiva;
- Dunque qui si dovrà tener traccia dell'accelerazione al variare della massa del carrello mantenendo costante la forza esercitata dai pesi.

## 3 Tabelle e analisi dati

I dati devono essere raccolte in tabelle ordinate. Esempio di tabella per il caso di massa totale costante:

N. prove	massa appesa [g]	forza risultante [N]	spazio [cm]	tempo [s]	accelerazione [ $\frac{m}{s^2}$ ]
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

Esempio di tabella per il caso di forza totale costante:

N. prove	massa carrello [g]	forza risultante [N]	spazio [cm]	tempo [s]	accelerazione [ $\frac{m}{s^2}$ ]
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

- Potete creare le tabelle nella maniera che preferite
- **Importante:** segnate sempre gli ERRORI (calcolati con le formule viste a lezione). Per quanto riguarda la stima della misura fate di nuovo riferimento alle formule viste (media aritmetica ed errore assoluto)

### 3.1 Grafici

#### 3.1.1 Massa costante, forza variabile

- Costruire un grafico dell'accelerazione del sistema rispetto alla forza risultante;
- Dalla relazione (2) ci si aspetta una relazione lineare tra forza e accelerazione:

$$y = k \cdot x \quad (6)$$

dove  $y \equiv F$ ,  $x \equiv a$  e  $k \equiv M_{tot}$

Dunque dalla pendenza della retta di regressione si può ricavare il valore della massa totale del sistema. Verificare che sia compatibile con il valore sperimentale.

#### 3.1.2 Forza costante, massa variabile

- Disegnare il grafico che metta in relazione l'accelerazione con la massa totale. Che andamento si ottiene? Che metodo si può utilizzare per linearizzare la relazione?
- Costruire anche il grafico accelerazione e massa del porta pesi. Cosa si osserva?

## 4 Conclusioni e domande

- Le leggi sono verificate?
- Se non lo sono, che ipotesi aggiuntive vanno fatte? Che cosa si poteva modificare o fare meglio?
- Quali fattori potrebbero aver influenzato la proporzionalità tra forza e accelerazione?
- Quali sono le principali fonti di errore che potrebbero aver alterato i dati raccolti?